

Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Coordinación transversal de asignaturas de control y robótica en asignaturas del Máster Universitario en Automática y Robótica

J. Pomares Baeza; C. A. Jara Bravo; F. A. Candelas herías; A. Delgado Rodríguez; A. Alabdo; J. Pérez Alepuz; A. Torres Murcia

*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Universidad de Alicante*

RESUMEN

En la presente memoria se describe la red docente creada con el objetivo de llevar a cabo la coordinación docente entre distintas asignaturas del Máster Universitario en Automática y Robótica de la Universidad de Alicante. Se han creado grupos de trabajo con el propósito de coordinar la docencia teórico/práctica de asignaturas de dicho Máster para dar continuidad en la materia impartida. En concreto, se ha coordinado la docencia de las asignaturas relacionadas con distintos ámbitos de las materias de robótica y sistemas de control automático. Se han diseñado también trabajos prácticos y proyectos coordinados entre las distintas asignaturas empleando laboratorios virtuales desarrollados por el profesorado del Máster. A lo largo de la presente memoria se presentan los principales resultados obtenidos, guías docentes elaboradas, así como el procedimiento para su elaboración y las dificultades encontradas.

Palabras clave: Gestión de calidad, Coordinación docente, Máster, Robótica, Automática

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se describirán los principales aspectos tratados en la red docente, para ello se emplean los puntos que se detallan a continuación:

1.1 Problema/cuestión.

El plan de estudios del Máster Universitario en Automática y Robótica contiene asignaturas relacionadas con temática relacionada con distintos aspectos de la robótica y los sistemas de control automático. A continuación se muestra un listado de cada una de estas asignaturas junto con una breve descripción:

- **Robótica:** En esta materia se estudian los elementos que componen un robot, sus características técnicas así como, sus especificaciones. También se describen los métodos de control de robots, centrándose principalmente en el control cinemático para la generación y realización de trayectorias. En el apartado más práctico se realiza la programación de robots mediante entornos simulados y en robots reales. Finalmente se tratan los aspectos a considerar para implantar un sistema robótico en la industria, las características de seguridad y las normativas a considerar.
- **Electromecánica:** La asignatura Electromecánica pretende dar al alumno una visión global y unificadora de los sistemas electromecánicos, haciendo hincapié en el planteamiento, análisis y solución de problemas orientados hacia las aplicaciones. No se trata de que el alumno resuelva problemas de tipo más o menos académico, sino más bien en plantear y resolver problemas de forma unificada. Por consiguiente, la asignatura busca que el alumno integre los conocimientos del curso en un marco metodológico-conceptual que le permita abordar la problemática del modelado, diseño y funcionamiento de sistemas electromecánicos, así como la interpretación de los resultados obtenidos
- **Sistemas de control automático:** En esta asignatura se describen los sistemas de control automático y su aplicación a tareas de automatización y robótica. El control automático resulta crucial en la generación y transmisión de energía, en el control de procesos, en la fabricación de bienes y equipos, en la comunicación, en el transporte e incluso para el entretenimiento y el ocio. El abanico de oportunidades profesionales que ofrece el control automático se ha expandido enormemente y ha generado nuevos retos que se abordarán a lo largo

de la asignatura. Así, esta asignatura describe no sólo de una forma teórica, sino también desde un punto de vista práctico e intuitivo los sistemas de control prestando una especial atención a los sistemas de control por computador.

- Control y programación de robots: En esta materia, se estudian los esquemas y arquitecturas de control de un robot, centrándose en manipuladores industriales. Dentro de estas arquitecturas de control se hace hincapié en las técnicas de control dinámico de robots y control visual. Todo ello mediante la realización de ejercicios prácticos en los que haya que implementar las distintas estrategias de control estudiadas.
- Sistemas de fabricación y producción automática: El contexto de esta asignatura se basa en la introducción de las máquinas de fabricación automática, tales como CNC, centros de fabricación flexible y procesos automatizados. La tecnología actual existente y particular para este tipo de automatización se encuentra avanzada en este sector, por lo que se estudiarán los sistemas de mecanizado automático más usados, sobre todo dentro del campo de la industria de nuestra comunidad. En la asignatura de Sistemas de Fabricación y Producción Automática, se tratan todos estos aspectos de una forma global, con el fin de enseñar cómo afrontar el desarrollo de un proyecto completo de sistema automatizado en la producción.

La docencia de estas asignaturas debe coordinarse correctamente ya que presentan contenidos relacionados. En la presente memoria se describe como se ha llevado la coordinación de los contenidos impartidos, no sólo para garantizar la ausencia de solapes, sino también para garantizar la continuidad e incluso prácticas y proyectos llevados a cabo por los alumnos a lo largo de las distintas asignaturas.

1.2 Revisión de la literatura.

En la docencia de las asignaturas objeto del presente informe se han empleado Laboratorios virtuales. Un laboratorio virtual es un sistema computacional que pretende aproximar el ambiente de un laboratorio tradicional. Estos Laboratorios virtuales permiten realizar experimentos que se llevan a cabo paso a paso, siguiendo un procedimiento similar al de un laboratorio tradicional: se visualizan instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos, imágenes o animaciones. Se obtienen resultados numéricos y gráficos, tratándose éstos matemáticamente para la obtención de

los objetivos perseguidos en la planificación docente de las asignaturas. El uso de estos laboratorios virtuales, coordinadamente entre distintas asignaturas, ha permitido dar realismo, continuidad, así como relacionar los conceptos descritos en cada una de ellas. Además, los laboratorios virtuales permiten la realización de prácticas coordinadas entre los alumnos aunque no se encuentren físicamente en el mismo lugar (Kofman, 2000). Este aspecto es importante para la docencia en un máster en la cual el alumnado debe trabajar en grupos. El estudiante accede a los equipos del laboratorio a través de un navegador, pudiendo experimentar sin riesgo alguno, y, además, se flexibiliza el horario de prácticas y evita la saturación por el solapamiento con otras asignaturas (González Castaño, Anido Rifón & Vales Alonso, 2001).

Uno de los laboratorios empleados para la docencia de asignaturas de control es un sistema de bombeo. Experimentar este tipo de sistemas en prácticas es complicado debido a su coste de montaje y mantenimiento. El uso de laboratorios virtuales es una alternativa barata y eficiente, donde el estudiante simula los fenómenos a estudiar como si los observase en un laboratorio tradicional (Antsaklis, 1999).

Además, los laboratorios virtuales permiten al alumno realizar un autoaprendizaje interactuando con los distintos elementos que los componen. La simulación en el laboratorio virtual permite realizar de forma segura experimentos, obteniendo repetitivamente el comportamiento del sistema de forma gráfica y utilizando formatos fácilmente visualizables (Tatsuya Kikuchi, Takashi Kenjo, & Shuichi Fukuda, 2001). Se emplea la capacidad de procesamiento y cálculo del ordenador, incrementando la diversidad didáctica, como complemento eficaz de las metodologías más convencionales. (Pomares Baeza, Candelas Herías, García Gómez, Gil Vázquez, Jara Bravo, Puente Méndez, Torres Medina, Mira Martínez & Perez Alepuz, 2013).

1.3 Propósito.

Como se ha descrito anteriormente, el propósito de la red es realizar la coordinación docente entre las distintas asignaturas del plan de estudios relacionadas con la temáticas de robótica y los sistemas de control automático. La necesidad de coordinar sus contenidos también queda patente en las competencias a alcanzar con las asignaturas indicadas en el Apartado 1.1.

De acuerdo a la clasificación de competencias generales del Proyecto Tuning Educational Structures in Europe), las competencias generales del Master en

Automática y Robótica se han clasificado en instrumentales, sistémicas, e interpersonales.

a) Instrumentales

CG1. Asesoramiento sobre elección, adquisición y puesta en marcha de sistemas robóticos y/o de automatización en diferentes aplicaciones.

CG2. Tomar decisiones en el diseño y planificación de un proyecto de robótica y/o de automatización teniendo en cuenta criterios de calidad y medioambientales.

CG3. Poner en marcha y mantener sistemas robóticos y/o de automatización que satisfagan los requerimientos de aplicaciones industriales o de servicios.

CG4. Aplicación de nuevas tecnologías de robótica y de automatización a los distintos sectores empresariales especialmente los industriales y de servicios para la mejora de su competitividad.

CG5. Entender artículos científicos actuales de robótica y automatización

CG6. Análisis, síntesis de problemas y toma de decisiones.

b) Interpersonales

CG7. Trabajar, planificar, ordenar y supervisar el trabajo en equipos multidisciplinares.

CG8. Trabajar en un contexto internacional.

CG9. Habilidad en las relaciones interpersonales.

CG10. Razonamiento crítico.

CG11. Aplicar en cada situación los requerimientos y responsabilidades éticas, y el código deontológico.

c) Sistémicas

CG12. Capacidad para aplicar los conocimientos a problemas reales.

CG13. Capacidad para trabajar y aprender de forma autónoma.

CG14. Capacidad de adaptación a nuevas situaciones fomentando la creatividad y el espíritu emprendedor.

El currículum transversal constituye el conjunto de conocimientos y habilidades que todos los titulados deben conseguir con independencia de la titulación que hayan elegido y se concretan en adquirir:

CGUA1. Competencias en un idioma extranjero.

CGUA2. Competencias informáticas e informacionales.

CGUA3. Competencias en comunicación oral y escrita.

Además de las competencias generales descritas en el apartado anterior, las materias del Máster en Automática y Robótica también desarrollan una serie de competencias específicas directamente relacionadas con la temática específica del Máster. Estas competencias específicas han sido organizadas en un conjunto de áreas temáticas: automatización, robótica, teoría de control, visión, sensores e interfaces. En las siguientes tablas se muestran dichas competencias:

COMPETENCIA ESPECÍFICA: AUTOMATIZACIÓN
CEAU1. Elección de los sistemas más adecuados para gestionar la seguridad de un edificio en función de unas necesidades determinadas.
CEAU2. Capacidad de decisión sobre los procesos de fabricación necesarios en la elaboración de un producto final.
CEAU3. Capacidad de análisis y comprensión de todos los aspectos tecnológicos relacionados con los diferentes procesos de fabricación y sistemas informáticos en una planta industrial.
CEAU4. Aplicar métodos, técnicas e instrumentos específicos para desarrollar sistemas en tiempo real y tolerantes a fallos para el control, monitorización y tratamiento de datos en procesos industriales.
CEAU5. Aplicar las técnicas de fabricación adecuadas a la resolución de problemas concretos, relacionando el diseño de productos con los procesos de fabricación, costes y calidad.
COMPETENCIA ESPECÍFICA: ROBÓTICA
CERO1. Aplicación de las técnicas de control, planificación y programación de robots en distintas situaciones.
CERO2. Selección de un robot para su implantación en una aplicación teniendo en consideración los estándares existentes.
CERO3. Capacidad para abordar problemas de cinemática directa e inversa, utilizando las matrices de transformación para modelar sistemas articulados
CERO4. Capacidad para analizar y entender las restricciones en la dinámica de los sistemas articulados.
CERO5. Comprender el funcionamiento de las máquinas eléctricas y conocer su utilización como actuadores en robótica.
CERO6. Conocer el funcionamiento de transmisiones y reductoras y su aplicación a los sistemas articulados.
CERO7. Conocer las nuevas tendencias de la robótica.
CERO8. Conocer las características y usos de la robótica industrial y de servicios.

COMPETENCIA ESPECÍFICA: TEORÍA DE CONTROL																
CECO1. Decidir el tipo de sistema de control automático más conveniente, y saber elegir los dispositivos adecuados para el mismo, para llevar a cabo una determinada aplicación.																
CECO2. Analizar y entender la configuración de un sistema de control existente para proceder a su modificación o actualización.																
CECO3. Planteamiento y diseño de sistemas de control y automatización en diferentes ámbitos del sector terciario en base al conocimiento de las posibles necesidades que habitualmente tienen lugar en el mismo.																
CECO4. Aplicar las técnicas e instrumentos necesarios para configurar controladores en aplicaciones de robótica y automatización.																

Tabla resumen de competencias

Materias	CG 1	CG 2	CG 3	CG 5	CG 6	CG 7	CG 8	CG 9	CG 10	CG 11	CG 12	CG 13	CG 14	UA 1	UA 2	UA 3
Robótica	X	X	X		X		X		X		X		X	X	X	X
Sistemas Control Automático		X	X	X	X			X	X		X		X		X	X
Electromecánica		X		X	X	X		X	X	X	X	X				
Control y Programación Robots		X	X		X				x	X	X	X			X	X
Sistemas Fabricación y Producción Automática	X	X			X	X		X			X	X			X	X

Módulos/Materias	AU 3	AU 4	AU 5	AU 6	AU 8	RO 1	RO 2	RO 3	RO 4	RO 5	RO 6	RO 7	RO 8
Robótica	X					X	X	X	X			X	X
Sistemas Control Automático				X									
Electromecánica								X	X	X	X		
Control y Programación Robots						X						X	
Sistemas Fabricación y Producción Automática		X	X		X								

Módulos/Materias	CO 1	CO 2	CO 3	CO 4
Robótica				
Sistemas Control Automático	X	X	X	X
Electromecánica				
Control y Programación Robots	X			X
Sistemas Fabricación y Producción Automática				

Teniendo en cuenta las competencias y objetivos de las asignaturas objetos de estudio y la experiencia durante 5 años en la docencia de las distintas asignaturas, la presente red docente ha permitido la coordinación en los contenidos impartidos en el Máster.

2. METODOLOGÍA

Esta etapa del proceso de investigación conlleva el diseño de los procedimientos y métodos utilizados para estudiar el problema. Podemos subdividir la metodología en los siguientes subpuntos.

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Como se ha indicado anteriormente la presente red docente se ha desarrollado con el objetivo de coordinar los contenidos de varias asignaturas del Máster Universitario en Automática y Robótica. Por lo tanto, en la presente red docente han participado todos los profesores con docencia en las asignaturas descritas en el Apartado 1.1 de la presente memoria.

2.2. Instrumentos

Se han establecido grupos de Trabajo entre los distintos profesores y asignaturas implicados en la red docente. En una primera fase se han establecido dos grupos de Trabajo fundamentales:

- G1. Robótica. En este grupo se ha integrado el profesorado con docencia en las asignaturas más relacionadas con aspectos de Robótica. Estas asignaturas son: Robótica, Control y programación de robots, y Sistemas de fabricación y producción automática.
- G2. Control. En este grupo se ha integrado el profesorado con docencia en las asignaturas más relacionadas con aspectos de los Sistemas de Control Automático. Estas asignaturas son: Electromecánica, Sistemas de Control Automático y Control y programación de robots.

Además, como instrumento se ha empleado el sistema interno de garantía de calidad de la escuela politécnica superior cuya descripción puede consultarse en <http://www.eps.ua.es/es/calidad/sistema-de-garantia-interna-de-calidad.html>.

2.3. Procedimiento

Una vez establecidos los grupos de Trabajo, la coordinación de la red docente ha llevado a cabo reuniones mensuales con el propósito de determinar el avance de la coordinación efectiva entre las asignaturas así como detectar posibles necesidades de coordinación entre los grupos de Trabajo. En Apartado 3 se describen los principales resultados obtenidos, sin embargo, cabe destacar en este Apartado el procedimiento llevado a cabo para la coordinación de la docencia entre distintas asignaturas basada en proyectos. Se han establecido proyectos y trabajos prácticos que tienen continuidad a lo largo de distintas asignaturas del Máster. Esto permite que el alumno distinga claramente la relación entre los distintos contenidos impartidos. Además, se consiguen realizar prácticas más elaboradas y realistas debido a que se desarrollan a lo largo de mayor tiempo e integrando contenidos de distintas materias. Como ejemplo, cabe destacar el proyecto desarrollado por el grupo G2. Sistemas de control automático, relacionado con el control de un sistema de bombeo. A continuación se citan las distintas asignaturas implicadas en la docencia así como los objetivos fundamentales del proyecto desarrollados en cada asignatura:

- Electromecánica. En esta asignatura se lleva a cabo la configuración hardware del sistema de bombeo. Por lo tanto, el alumno conoce con detalle el equipamiento que es necesario para llevar a cabo en la realidad un sistema de estas características.
- Sistemas de control automático. Se lleva la programación y ajuste del sistema de bombeo diseñado en la asignatura “Electromecánica”.

De forma similar se han establecido prácticas y proyectos con continuidad entre distintas asignaturas.

3. RESULTADOS

En esta sección se describirán los principales resultados recogidos atendiendo a los grupos de trabajo descritos en el Apartado 2.2 de procedimiento. Además se detallarán las principales conclusiones que pueden extraerse de los resultados o evidencias obtenidos por cada grupo

3.1. Guías docentes desarrolladas

En este subapartado se describen los principales contenidos de las guías docentes desarrolladas en coordinación entre las asignaturas. En concreto, para cada asignatura se especifican los principales objetivos y contenidos teórico/prácticos impartidos.

3.1.1. Robótica

Objetivos

- Capacidad de elaboración de informes con propuestas de sistemas robóticos que cumplan los requisitos necesarios para su aplicación.
- Conocimiento del equipamiento que pueden ofrecer distintas compañías y capacidad para seleccionar el más adecuado según la aplicación a realizar.
- Aplicación de los conocimientos adquiridos para planificar y programar sistemas robóticos.
- Proyectos de programación de robots según su lenguaje específico.

Contenidos

- Elementos de un robot.
- Tipología.
- Cinemática y control cinemático.
- Dinámica.
- Criterios de implantación.
- Programación de robots.
- Aplicaciones y fabricantes.
- Programación mediante simulación.
- Proyecto de implantación de un sistema robótico.
- Seminarios de empresas del sector.

3.1.2. Electromecánica

Objetivos

- Resolución de cálculos de centros de gravedad de cuerpos de diferentes geometrías.
- Aplicación de las matrices de cambio de sistema de referencia.

- Análisis y modelado, cinemático y dinámico, de un sistema articulado para su correcto funcionamiento.
- Conseguir integrar los conceptos de mecánica y máquinas eléctricas y aplicarlo a situaciones reales.

Contenidos

Parte de mecánica

1. La descripción del movimiento (Recuperación de conceptos básicos de cinemática y sistemas referenciales.)
2. Por qué los puntos materiales se mueven como se mueven (Recuperación de conceptos básicos de dinámica. Principios de conservación. Trabajo. Formulación lagrangiana.)
3. Caracterización geométrica del sólido rígido (Recuperación de principios básicos de geometría de masas: centro de gravedad, momento de inercia. Momentos principales de inercia. Tensor de inercia.)
4. Por qué las cosas se mueven como se mueven (Dinámica del sólido rígido y rotación)
5. Por qué las cosas se mueven como se mueven (Dinámica del sólido rígido y rotación)
6. Conceptos básicos de estática.
7. Grados de libertad.
8. Cinemática del brazo articulado.
9. Cinemática directa e inversa.
10. Cinemática directa e inversa. Matriz jacobiana del brazo articulado.
11. Dinámica del brazo articulado.
12. Dinámica del brazo articulado.

Parte de máquinas eléctricas.

1. Fundamentos de electromagnetismo y circuitos
2. Máquinas trifásicas de inducción (I)
3. Máquinas trifásicas de inducción (II)
4. Control de motores trifásicos de inducción mediante variadores de frecuencia
5. Generadores de corriente continua
6. Motores de corriente continua
7. El generador síncrono trifásico
8. El motor síncrono trifásico
9. Motores monofásicos

3.1.3. Sistemas de Control Automático

Objetivos

- Tener conocimientos básicos sobre la metodología de espacio de estado y su aplicación al control automático.
- Determinar los parámetros de un controlador en base a un análisis previo de la planta a controlar.
- Hacer uso de un plc y un variador de frecuencia como elementos de control.
- Capacidad para comprender el funcionamiento de un sistema de control automático y de los dispositivos que lo forman.
- Ajustar controladores PID en sistemas reales.

Contenidos

Tema 1. Introducción a los sistemas de control

Tema 2. Análisis de sistemas

Tema 3. Control en el espacio de estados

Tema 4. Implantación de sistemas de control

Práctica 1. Control de robots en el espacio de estados.

Práctica 2. Control de una estación de bombeo. .

3.1.4. Sistemas de Fabricación y Producción Automática

Objetivos

En esta asignatura se describen los sistemas de fabricación mecánica, así como las habilidades que le permitan conocer los procedimientos utilizados en la industria metalmecánica. Más en concreto, está asignatura se orienta con la automatización de sistemas de fabricación, donde se integran las máquinas de control numérico, sistemas de fabricación flexible y los sistemas CAD/CAM/CAE. Estos conceptos resultan fundamentales para ciertos sectores destacados de la Comunidad Valenciana, como son la extracción y transformación de piedra natural, los sistemas de producción maderera y la industria del juguete.

Contenidos

Teoría

Tema 1. Introducción al ciclo productivo y a los sistemas CAD/CAM/CIM.

Tema 2. Fabricación asistida por computador. Aplicaciones prácticas.

Tema 3. Procesos de mecanizado. Conceptos del torneado, fresado y taladrado.

Tema 4. Máquinas de control numérico. Programación CNC.

Tema 5. Electrotecnologías y prototipado rápido.

Prácticas

Práctica 1. Simulación de un proceso industrial mediante FlexSim.

Práctica 2. Simulación dinámica de un mecanismo.

Práctica 3. Cálculo de los motor-reductores de un mecanismo simulado.

Práctica 4. Uso de un software CAD/CAM y programación de un CNC real.

3.1.5. Control y Programacion de Robots

Objetivos

- Capacidad para determinar la arquitectura de control más adecuada para un robot.
- Proyectos de control de robots y de control sensorial empleando sensores como cámaras o sensores de fuerzas.
- Aplicación de los conocimientos adquiridos para planificar y programar sistemas robóticos.
- Programar un sistema de control visual para el guiado de robots empleando visión artificial.
- Conocer sistemas operativos específicos para la programación y control de robots.
- Nuevas tendencias y líneas de investigación en control de robots.

Contenidos

Tema 1. Dinámica de robots

Tema 2. Control visual

Tema 3. Control de robots

Tema 4. Programación avanzada. ROS.

Práctica 1. Análisis de la dinámica de un robot.

Práctica 2. Control visual.

Práctica 3. Control visual mediante V-Rep.

Práctica 4. Proyecto de programación de robots. ROS.

4. CONCLUSIONES

A lo largo de la presente memoria se han indicado el procedimiento seguido con el objetivo de coordinar la docencia teórico/práctica de asignaturas del máster universitario en automática y robótica relacionadas con los sistemas de control automático y la robótica. La red docente ha permitido, no solo replantear las guías docentes de las asignaturas, sin   también coordinar los contenidos de las asignaturas. Esta coordinación permite garantizar la continuidad en los conceptos impartidos en las distintas asignaturas.

Dentro de la coordinación cabe destacar el desarrollo de docencia basada en proyectos. Así, se han desarrollado proyectos prácticos con continuidad entre las distintas asignaturas impartidas. De esta manera, el alumno es capaz de ir aplicando sucesivamente los conceptos aprendidos según se van adquiriendo a lo largo de las distintas asignaturas. Esto permite también mejorar la comprensión y establecer relaciones entre los distintos aspectos impartidos en las materias.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

En cuanto al desarrollo de la presente investigación, no se han constatado dificultades especialmente relevantes. Tanto los grupos de trabajo como la coordinación entre los mismo se han llevado a cabo sin incidencias.

Las principales dificultades se han encontrado a la hora de definir proyectos realistas haciendo uso del equipamiento existente en la Universidad. Para ello se ha hecho uso de laboratorios virtuales remotos tal y como se ha descrito a lo largo de la presente memoria.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

En este apartado cabe destacar que hay varias asignaturas del máster que han quedado fuera del estudio. En concreto, el plan de estudios recoge asignaturas relacionadas entre sí y que podria hacerse un análisis similar al planteado en la presente memoria. Estas asignaturas est  n relacionadas con los sistemas de automatización.

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

En investigaciones anteriores, los miembros de la presente red han trabajado con el objetivo de mejorar y garantizar la calidad del Máster en relación a distintos aspectos tanto teóricos como prácticos. Dentro de estos aspectos cabe mencionar el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos, sistemas de autoaprendizaje y autoevaluación, coordinación docente, elaboración de programas de las asignaturas etc. Finalizada la investigación actual se disponen de indicadores que permiten establecer criterios de mejora futuros. Se prevé continuar con la mejora de estos aspectos tales como la mejora de los canales de información con el alumnado.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kofman, H. A. (2000). La Unidad Experimento – Simulación en la Enseñanza Informatizada de la Física. *Informática Educativa Comunicaciones*, 1-17.
- Antsaklis, P. (1999) Report on the NSF/CSS workshop on new directions in control engineering education, *IEEE Control Systems Magazine*, 19(5), 53-58.
- González-Castaño, F. J., Anido-Rifón, L., Vales Alonso, J. (2001) Internet access to real equipment at computer architecture laboratories using the Java/CORBA paradigm, *Computers & Education* 36 (2), 151-170.
- Kikuchi, T., Kenjo, T., Fukuda, S. (2001) Remote laboratory for a brushless motor DC, *IEEE Transactions on Education*, 44(2), 12- 20.
- Pomares Baeza, J., Candelas Herías, F. A., García Gómez, G. J., Gil Vázquez, P., Jara Bravo, C. A., Puente Méndez, S. T., Torres Medina, F., Mira Martínez, D., Perez Alepuz, J. (2013) Máster Universitario en Automática y Robótica: Red docente para la elaboración de metodologías y laboratorios virtuales remotos. En *La producción científica y la actividad de innovación docente en proyectos de redes* (pp. 1129-1149) : Alicante.